

Секция 2. Системы автоматизации и информатизации в образовании, науке и производстве

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РЕКТИФИКАЦИИ

Авазов Ю.Ш., Кадыров Ё.Б., Саттаров О.У.

Ташкентский государственный технический университет,

г. Ташкент, Узбекистан

Навоийский государственный горный институт,

г. Навои, Узбекистан

При построении математической модели процесса ректификации приняты следующие допущения:

- исходная смесь и флегма подаются в колонну в жидком виде при температуре кипения;
- расход пара по высоте колонны неизменный;
- расход жидкости по высоте укрепляющей секции колонны постоянный;
- расход жидкости по высоте исчерпывающей части колонны постоянный;
- давление на каждом контактном устройстве (тарелке) постоянно;
- жидкость находится при температуре кипения, пар – при температуре точки конденсации;
- режим работы контактного устройства – адиабатический;
- физико-химические свойства компонентов постоянны на данном контактном устройстве и усреднены в возможном диапазоне изменения концентраций;
- паровая фаза принимается идеальной;
- жидкость на тарелке полностью перемешана;
- теплота смешения потоков жидкости пренебрежимо мала.

Математическое описание ректификационной колонны с произвольным числом вводов питания и боковых отборов, имеющей N тарелок и снабженной кипятильным и дефлегматором, состоит из уравнений [1]:

1. Уравнение общего материального баланса установки (рис. 1):

$$\sum_{i=1}^p F_i - D - W - \sum_{i=1}^m sL_i - \sum_{i=1}^k sV_i = 0, \quad (1)$$

где F_i , D , W – потоки питания, дистиллята и кубового остатка соответственно; sL – жидкостной поток бокового отбора; sV – паровой поток бокового отбора; индексы p , m , k соответствуют числу потоков F_i , sL_i и sV_i .

Если колонна обогревается глухим паром, то уравнение (1) записывается в следующем виде: $F = D + W$

2. Уравнение общего материального баланса тарелки:

$$F_i + L_{i+1} + V_{i-1} - (L_i + sL_i) - (V_i + sV_i) + \sum R_i = 0. \quad (2)$$

3. Уравнение покомпонентного материального баланса тарелки i :

$$F_i x_{fij} + L_{i+1} x_{i+1,j} + V_{i-1} y_{i-1,j} - (L_i + sL_i) x_{ij} - (V_i + sV_i) y_{ij} + C_R = 0, \quad (3)$$

где x , y – составы жидкости и пара соответственно; L_i – поток жидкости, стекающей с i -ой тарелки; V_i – поток пара, покидающий тарелку i , C_R – скорость образования j -того компонента на i -той ступени разделения.

Концентрации компонентов в паровой и жидкой фазах на каждой тарелке связаны соотношением $\varphi_i y_{ij} P = \gamma_i P_i^0 x_{ij}$ и стехиометрическим соотношением

$$\sum y_{ij} = \sum_i x_{ij} = 1. \quad (4)$$

Если принять, что степень достижения равновесия характеризуется коэффициентом полезного действия тарелки (к.п.д. тарелки), то для состава пара, покидающего тарелку, можно записать [2]

$$y_{ij} = (1 - \eta_{T_{yij}}) y_{i-1,j} + \eta_{T_{yij}} y_{ij}^*, \quad (5)$$

где $\eta_{T_{yij}}$ – КПД i -ой тарелки j -го компонента.

$$\eta_{0y} = \frac{y_n - y_{n-1}}{y_n^* - y_{n-1}}, \quad \eta_{0x} = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_{n+1} - x_n^*}$$

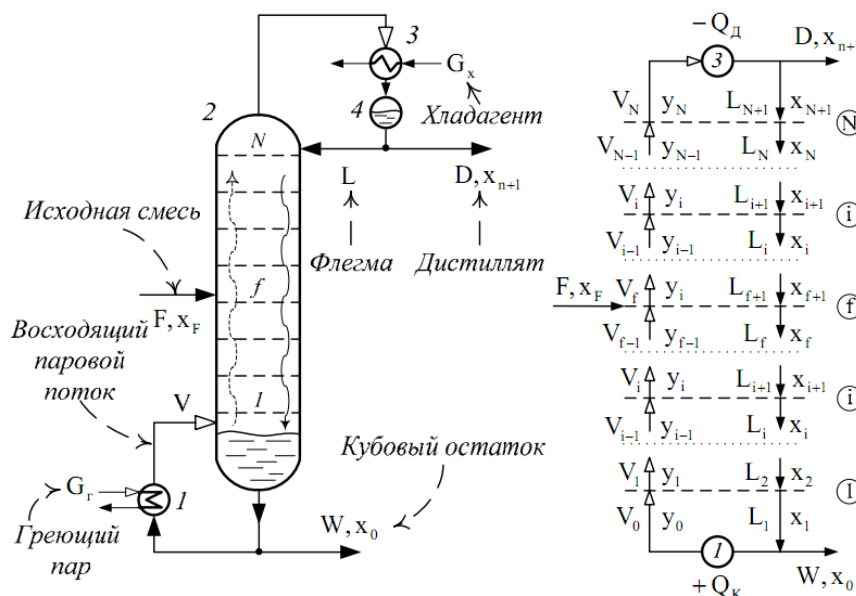


Рис. 1. Схема тарельчатой ректификационной установки:

1 – куб; 2 – колонна; 3 – дефлегматор

Записывая приведенные выше уравнения последовательно для всех тарелок с учетом равенств: для куба $Y_0 = X_0$, для конденсатора $Y_N = x_{n+1}$, и используя уравнения общего материального баланса колонны

$$F = D + W, \quad (6)$$

$$L = RD = V - D, \quad (7)$$

$$Fx_F = Dx_{N+1} + Wx_0, \quad (8)$$

получим математическое описание стационарного режима работы ректификационной колонны. Расчет статического режима работы ректификационных колонн позволяет достичь условий выполнения материального и потарелочного балансов.

Для управления технологическим процессом важным является определение величин расхода флегмы и дистиллята, при которых достигается заданная степень разделения.

Расход флегмы определяется итерационным методом, при этом на каждой итерации производится расчет статического режима колонны. Если при текущем значении расхода флегмы обеспечивается заданная степень разделения, процедура поиска прекращается.

В случае изменения количества или состава питания поиск значений флегмового числа повторяется для каждого состояния входа. При этом входные параметры определяются комбинированным перебором значений концентраций легколетучих компонентов в питании и расхода питания колонны (рис. 2).

Помимо расходов флегмы и дистиллята управляющими параметрами ректификационной установки являются также расход греющего пара в кипятильник G_r и хладагента в де-

флегматор колонны G_x . С помощью этих параметров регулируются давление и температура в колонне.

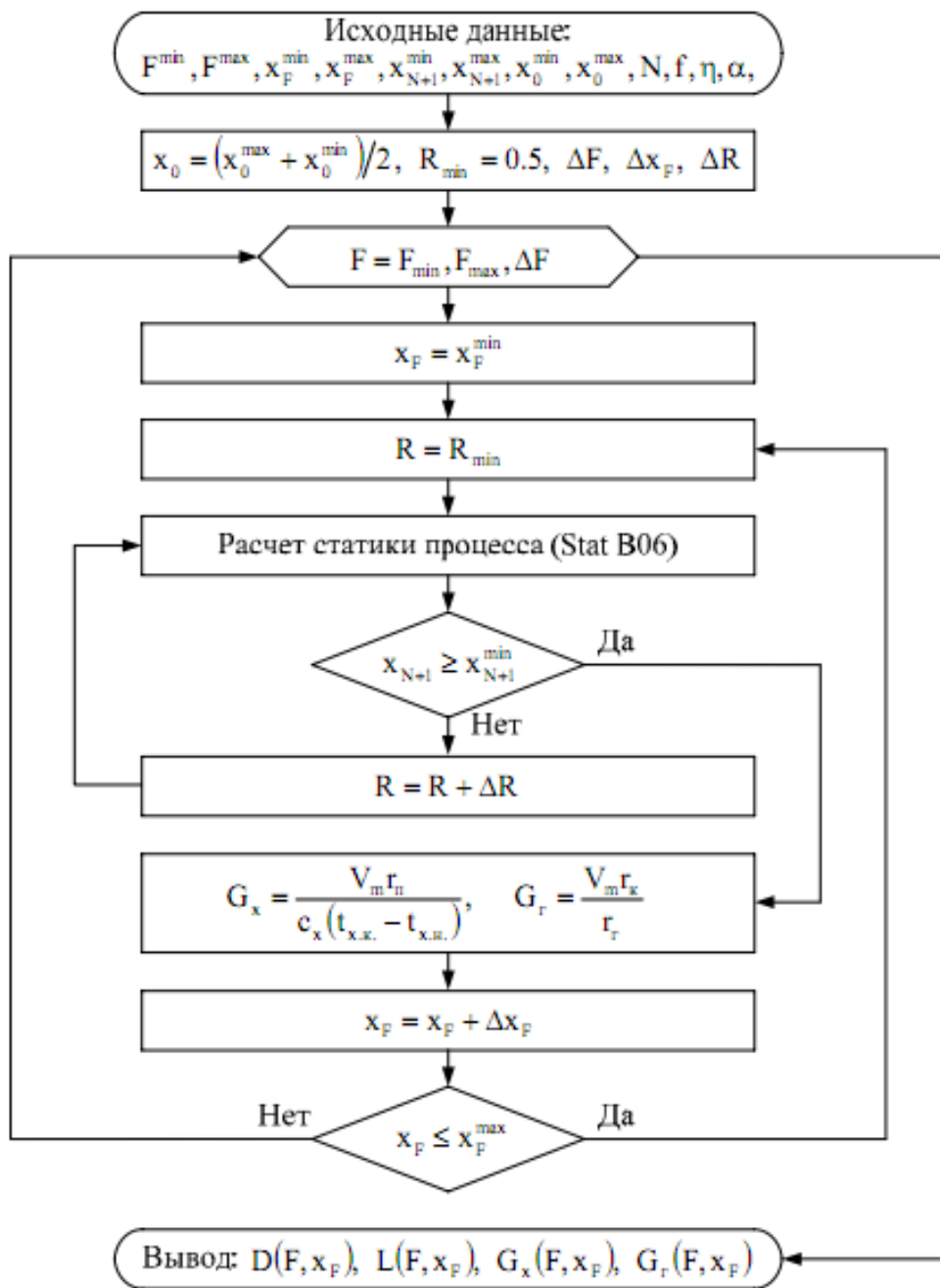


Рис. 2. Алгоритм расчета ректификационной установки при изменении состава и количества питания

На основе уравнений теплового баланса, составленных для теплообменника и дефлегматора, определяются требуемые количества теплоносителей:

$$G_x = \frac{Q_{\dot{A}}}{c_x (t_{x.е.} - t_{о.д.})} \quad \text{т.к.} \quad Q_{\dot{A}} = V_I r_I, \text{ то } G_x = \frac{V_I r_I}{c_x (t_{x.е.} - t_{о.д.})} \quad (9)$$

где $Q_{\dot{A}}$ – количество тепла, отбираемого в дефлегматоре; c_x – теплоемкость охлаждающей воды при средней температуре; $t_{х.н}$ $t_{х.к}$ – начальная и конечная температура хладагента; $V_{\text{п}}$, $r_{\text{п}}$ – соответственно массовый расход и теплота конденсации паров, отбираемых с верха колонны.

$$G_{\bar{A}} = \frac{Q_{\bar{e}}}{r_{\bar{A}}} = \frac{V_{\bar{f}} r_{\bar{e}}}{r_{\bar{A}}} \quad (10)$$

Здесь Q_k – количество тепла, подводимого в кипятильник; r_r – теплота конденсации греющего пара; V_n , r_k – соответственно массовый расход и теплота испарения испаряемой смеси, подводимой в кипятильник из куба колонны.

Система управления процессом ректификации, построенная с использованием аналитических зависимостей для определения управляющих параметров процесса, представлена на рис. 3.



Рис. 3. Система управления процессом ректификации

Список использованных источников

1. Мухитдинов Д.П. Повышения эффективности процессов разделения многокомпонентных смесей: автореферат диссертации д-ра техн. наук. Ташкент, 2012.
2. Маннанов У.В., Мухитдинов Д.П. Математическое моделирование совмещенных реакционно-ректификационных процессов (на примере получения этилового спирта) // Управляющие системы и машины. Киев, 1998. № 2. С. 37–39.

ПОВЕРОЧНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ БЫТОВЫХ СЧЕТЧИКОВ ГАЗА

Азимов Р.К., Шипулин Ю.Г., Жумаев О.А.

Ташкентский государственный технический университет,

г. Ташкент, Узбекистан

Навоийский государственный горный институт,

г. Навои, Узбекистан

Одними из многочисленных приборов учёта потребления энергоносителей являются бытовые счётчики газа – счётчики, устанавливаемые в каждой квартире и доме. В связи с их многочисленностью одной из проблем их использования является своевременное проведение проверки их исправности и необходимой точности измерений. При этом немаловажным условием является проведение этой проверки с малыми затратами.

В процессе создания автоматизированных поверочных установок решающую роль играют первичные преобразователи для контроля переменных элементов установки.